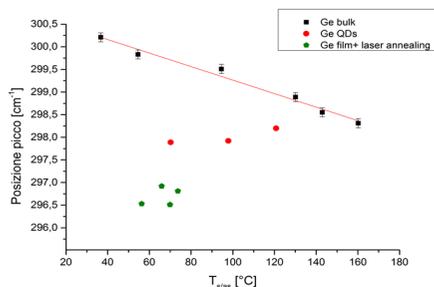


Raman, indotto dal laser dello spettroscopio, ha permesso di stimare grandi variazioni della conducibilità termica di questi materiali. Tutti i campioni nanostrutturati analizzati hanno riportato un red shift del picco Raman rispetto alla posizione nel Ge bulk a temperatura ambiente.



Confronto della posizione dei picchi ottenuti per i campioni analizzati in funzione della loro temperatura

Avvalendoci quindi della relazione che lega lo shift del picco alla temperatura, ottenuta per il Ge bulk, è stato possibile eliminare il contributo dovuto alla temperatura misurata per i campioni attraverso il rapporto dei segnali S/AS. Attraverso tale procedura è stato possibile, ad esempio, mostrare la presenza di strain tensile in alcune regioni di un film di Ge amorfo sottoposto ad irraggiamento con un laser di potenza, e ancora mettere in evidenza la presenza di effetti dovuti al confinamento spaziale dei fononi per un campione di quantum dots di Ge immersi in una matrice di SiO<sub>2</sub>.

Tale lavoro ha avuto come scopo quello di mettere in evidenza le potenzialità della spettroscopia Raman per la valutazione della presenza di strain, delle proprietà termiche dei materiali e l'eventuale presenza di effetti dovuti al confinamento quantico, dimostrandosi una tecnica di analisi molto efficiente, versatile e non invasiva.



Università degli Studi di Catania  
Corso di laurea magistrale in Fisica

## Analisi di nanostrutture di Ge tramite spettroscopia Raman

Angelo Lamantia

Relatore

Chiar.mo Prof. A. Terrasi

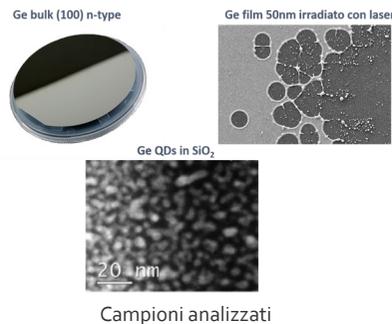
Prof.ssa E. Bruno



Nell'ambito della fisica dei materiali, il Germanio (Ge) è uno dei semiconduttori più studiati e utilizzati in microelettronica, sia per la totale compatibilità con la dominante tecnologia del Silicio che per le sue eccellenti proprietà di trasporto di carica. Ad oggi lo studio del Ge suscita un notevole interesse grazie principalmente all'avvento delle nanotecnologie, che conferiscono nuove proprietà e caratteristiche derivanti dall'effetto del confinamento quantico e dal loro grande rapporto superficie/volume. Inoltre lo studio degli effetti sulle proprietà ottiche del Ge dovute alla presenza di strain tensile ha permesso di ottenere importanti metodologie per la modulazione della gap ottica del Ge.

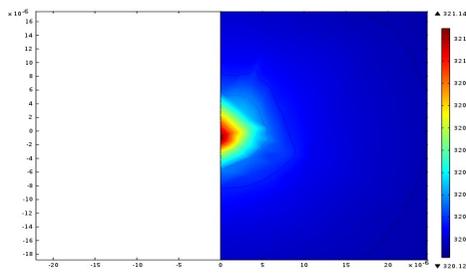
Alla luce di quanto detto, lo studio di campioni a base di Ge in presenza di nanostrutture o in condizioni di strain risulta di grande interesse tecnologico e a tal scopo la spettroscopia Raman e micro-Raman risulta essere un eccellente strumento per lo studio di questi materiali. Tale lavoro ha permesso di verificare alcune delle potenzialità della spettroscopia Raman, in particolar modo in configurazione micro-Raman, grazie all'osservazione di alcune proprietà fisiche legate alla presenza di strain o al confinamento quantico dei fononi in diverse tipologie di campioni di Ge.

Le analisi sono state condotte su un campione proveniente da un wafer di Ge bulk (100), un film di Ge amorfo spesso 50 nm e sottoposto ad irraggiamento con un laser di potenza e un campione contenente quantum dots di Ge immersi in matrice di SiO<sub>2</sub>.



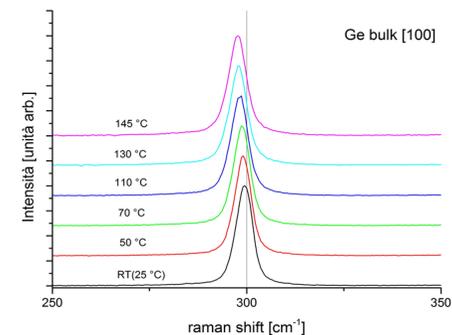
Campioni analizzati

Un'ampia e approfondita analisi su un campione di Ge cristallino è servita da riferimento per le misure sugli altri campioni. Le misure sono state effettuate in un range di temperatura da 25°C a circa 150°C grazie all'impiego di un riscaldatore. Le analisi condotte sul Ge bulk hanno permesso di evidenziare diversi ed importanti effetti, quali il surriscaldamento del campione durante le misure Raman, confermato anche dalle simulazioni effettuate attraverso il software Comsol.



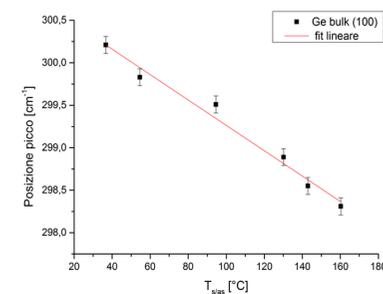
Simulazione dell'irraggiamento del laser utilizzato per le misure Raman

Inoltre le misure in temperatura hanno permesso di evidenziare lo spostamento della posizione del picco ed il suo contemporaneo allargamento, in funzione della temperatura.



Picchi Stokes relativi agli spettri Raman del campione di Ge bulk acquisiti a diverse T

La misura assoluta della temperatura dei campioni è stata calcolata tramite il rapporto delle intensità delle aree dei picchi Stokes e anti-Stokes acquisiti. Tale procedura ha permesso di calcolare una relazione, per altro in buon accordo con quanto riportato in letteratura, per la determinazione della temperatura del campione, noto lo shift del picco.



Plot della posizione dei picchi Raman relativi al Ge bulk in funzione della temperatura

L'analisi sui campioni nanostrutturati è stata condotta a temperatura ambiente. Tuttavia il notevole riscaldamento misurato durante le misure